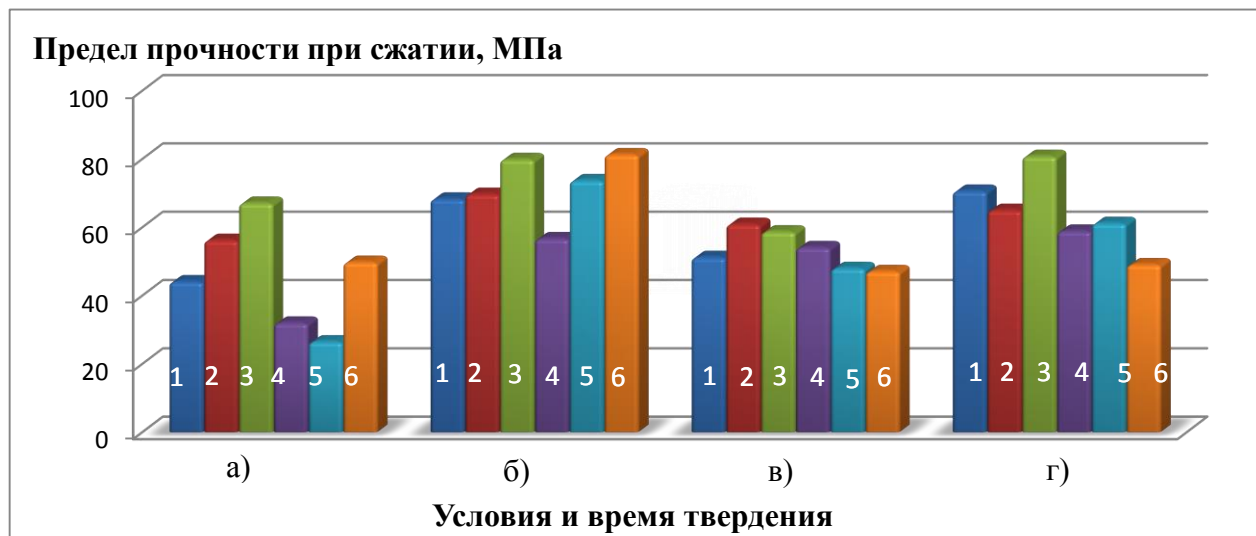


Введение гранулированного ИГК вместо природного гипсового камня замедляет схватывание цементов, особенно в присутствии добавки МГШ. Кроме того, портландцемент и шлакопортландцемент с добавками доменного или медного шлаков и ИГК имеют прочность при сжатии, более высокую по сравнению с цементами, содержащими указанные шлаки и природный гипсовый камень (рисунок).



Влияние гранулированного ИГК и медного шлака на прочность цемента: номер столбца соответствует составу цемента (по табл. 1) а и б – нормальное твердение, через 3 и 28 сут.; в и г – пропаривание, через 1 и 28 сут.

Таким образом, показано, что гранулированный ИГК, полученный из продуктов переработки ФГ, и медный шлак можно совместно использовать в производстве цементов общестроительного назначения взамен природных материалов. Особенно эффективно их применение для производства портландцемента с минеральной добавкой типа ЦЕМ II А/Ш.

УДК 621.313

Быков П. Б., Гафт Д. Е., Пирумян Н. М.
Уральский федеральный университет,
Sarapulovfn@yandex.ru

ДИСКРЕТНЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В последние годы во многих странах бурно развивается процесс создания автоматизированных рабочих мест и гибких производственных систем. Большинство роботов, станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и периферийных устройств, созданных с целью автоматизации, основано на использовании шаговых двигателей, управление которыми можно осуществить от микропроцессора или центральной ЭВМ, что, безусловно, ведет к энерго- и ресурсосбережению.

Шаговый двигатель – это электромеханическое устройство, которое преобразует электрические импульсы в дискретные механические перемещения [1]. Шаговые двигатели обладают некоторыми уникальными свойствами, что делает порой их исключительно удобными для применения или даже незаменимыми.

Преимущества шаговых двигателей:

- угол поворота ротора определяется числом импульсов, которые поданы на двигатель;
- двигатель обеспечивает полный момент в режиме остановки (если обмотки запитаны);
- прецизионное позиционирование и повторяемость. Точность 3–5 % от величины шага;
- возможность быстрого старта;
- высокая надежность, связанная с отсутствием щеток, срок службы шагового двигателя фактически определяется сроком службы подшипников;
- однозначная зависимость положения от входных импульсов обеспечивает позиционирование без обратной связи;
- возможность получения очень низких скоростей вращения для нагрузки, присоединенной непосредственно к валу двигателя без промежуточного редуктора;
- может быть перекрыт довольно большой диапазон скоростей, скорость пропорциональна частоте входных импульсов.

Существуют три основных типа шаговых двигателей:

- двигатели с переменным магнитным сопротивлением;
- двигатели с постоянными магнитами;
- гибридные двигатели.

Шаговые двигатели с переменным магнитным сопротивлением имеют несколько полюсов на статоре и ротор зубчатой формы из магнитомягкого материала (рис. 1).

Намагниченность ротора отсутствует. Для простоты на рисунке ротор имеет 4 зубца, а статор имеет 6 полюсов. Двигатель имеет 3 независимые обмотки, каждая из которых намотана на двух противоположных полюсах статора [2]. Такой двигатель имеет шаг 30 град. Иногда поверхность каждого полюса статора выполняют зубчатой, что вместе с соответствующими зубцами ротора обеспечивает очень маленькое значение угла шага, порядка нескольких градусов.

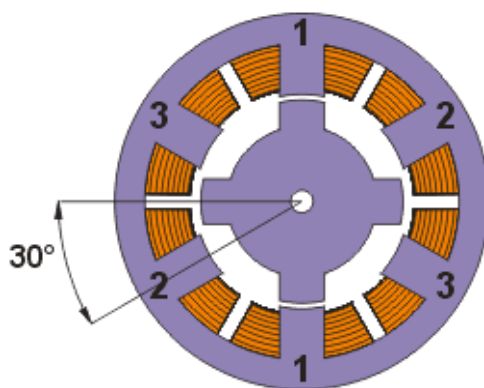


Рис. 1. Двигатель с переменным магнитным сопротивлением

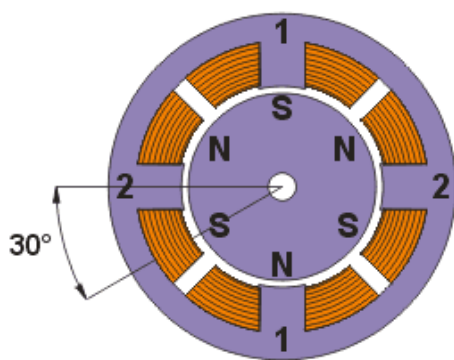


Рис. 2. Двигатель с постоянными магнитами

Двигатели с постоянными магнитами состоят из статора, который имеет обмотки, и ротора, содержащего постоянные магниты (рис. 2). Чередующиеся полюса ротора имеют прямолинейную форму и расположены параллельно оси двигателя. Благодаря намагниченности ротора в таких двигателях обеспечивается большой магнитный поток и, как следствие, большой момент, чем у двигателей с переменным магнитным сопротивлением [3].

Показанный на рис. 2 двигатель имеет 3 пары полюсов ротора и 2 пары полюсов статора. Двигатель имеет 2 независимые обмотки, каждая из которых намотана на двух противоположных полюсах статора. Такой двигатель, как и рассмотренный ранее двигатель с переменным магнитным сопротивлением, имеет величину шага 30 град. При включении тока в одной из катушек, ротор стремится занять такое положение, когда разноименные полюса ротора и статора находятся друг напротив друга. Для осуществления непрерывного вращения нужно включать фазы попеременно. На практике двигатели с постоянными магнитами обычно имеют 48–24 шага на оборот (угол шага 7,5–15 град).

Гибридные двигатели являются более дорогими, чем двигатели с постоянными магнитами, зато они обеспечивают меньшую величину шага, больший момент и большую скорость. Типичное число шагов на оборот для гибридных двигателей составляет от 100 до 400 (угол шага 3,6–0.9 град.) [4].

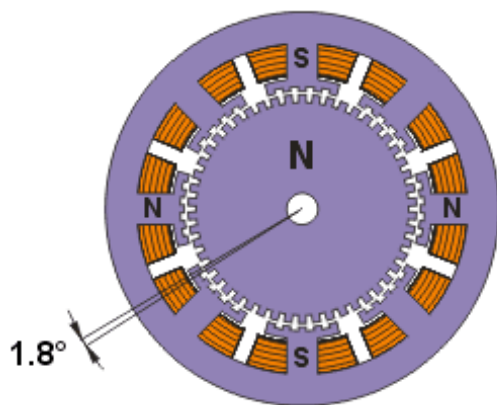


Рис. 3. Гибридный двигатель

Они сочетают в себе лучшие черты двигателей с переменным магнитным сопротивлением и двигателей с постоянными магнитами [4]. Ротор гибридного двигателя имеет зубцы, расположенные в осевом направлении (рис. 3).

Ротор разделен на две части, между которыми расположен цилиндрический постоянный магнит.

Таким образом, зубцы верхней половины ротора являются северными полюсами, а зубцы нижней половины — южными. Кроме того, верхняя и нижняя половины ротора повернуты друг относительно друга на половину угла шага зубцов. Число пар полюсов ротора равно количеству зубцов на одной из его половинок [5].

Зубчатые полюсные наконечники ротора, как и статор, набраны из отдельных пластин для уменьшения потерь на вихревые токи. Статор гибридного двигателя также имеет зубцы, обеспечивая большое количество эквивалентных полюсов, в отличие от основных полюсов, на которых расположены обмотки.

Круг применения шаговых двигателей очень широк. Шаговые электродвигатели применяются в приводах машин и механизмов, работающих в старто-стопном режиме, или в приводах непрерывного движения, где управляющее воздействие задается последовательностью электрических импульсов, например в станках с ЧПУ, которые широко применяются в оптическом производстве, что приводит к энерго- и ресурсосбережению. Практически ни одно производство сейчас не может без них обойтись. Периферийные устройства ЭВМ, печатная техника, 3D-принтеры – все это уже не может существовать без применения шаговых двигателей. Также шаговые двигатели используются для точных перемещений в плоскостях, например XY-столов, что, несомненно, важно в оптическом производстве.

Список литературы

1. Емельянов А. В., Шипин А. Н. Шаговые двигатели : учеб. пособие. Волгоград : ВолГТУ, 2005.
2. Шаговый электродвигатель [Электронный ресурс]. URL: <http://www.electromonter.info/handbook/09/StepperMotor> (дата обращения: 08.11.2014).
3. Степмотор. Шаговые двигатели. Мотор-редукторы [Электронный ресурс]. Статьи. URL: <http://www.steppmotor.ru/articles/> (дата обращения: 08.11.2014).
4. TORUS / Обзорные статьи [Электронный ресурс]. URL: <http://www.normalizator.com/> (дата обращения: 08.11.2014).

УДК 628.38

Вараева Е. А., Церковникова К. С., Аксенов В. И.
Уральский федеральный университет,
Bblka6jiy4a@bk.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ РАСТВОРИМЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В ходе переработки руд на горно-обогатительных комбинатах (ГОК) образуется огромное количество отходов, в том числе сточных вод, загрязненных кислотами и солями тяжелых металлов. Стоки ГОК являются огромной проблемой, которая на сегодняшний день не имеет удовлетворительного решения. Главный аспект проблемы – очищенная вода практически никогда не может быть использована повторно из-за территориального расположения комбинатов и постоянного поступления новых порций стоков. В настоящее время в качестве решения широко применяется сброс этой воды в водоем, что негативно сказывается на окружающей среде ввиду низкого качества очищенной воды.

Исследования по разработке технологии обработки шахтных и подотвалных сточных вод проводились нами на различных стоках: сильно минерализованные стоки ОАО «Учалинский ГОК» (республика Башкортостан) и с менее агрессивным составом, образующиеся на Сибайском филиале ОАО «Учалинский ГОК», а также на монголо-российском КОО «Предприятие Эрдэнэт».